

# 大型船舶柴油机预装作业区日程生产管理系统构建

吴 中, 朱 彭

(合肥熔安动力机械有限公司, 安徽 合肥 230061)

**摘 要:** 基于大型低速船用柴油机模块化装配与吊装转运方式, 针对装配作业区在生产过程中存在的日程生产计划安排、生产零件准备、质量问题跟踪、5S 清洁作业等影响生产计划进度的问题, 采用 Delphi 语言与 SQL 2000+SP4 数据库技术, 构建了预装作业区日程生产管理系统, 通过日程计划任务派工单、5S 整改单、工装设备保养单等规定形式, 使预装作业区各项管理工作任务制度化, 并收集各项管理项目的基础数据, 以便进一步优化管理。

**关键词:** 船舶柴油机; 预装作业区; 生产管理; 日程计划

**中图分类号:** TK426<sup>+</sup>.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-4357(2013)06-0014-04

## The Construction of Production Management System of Large Marine Diesel Engine in the Pre-assembly Work-area

Wu Zhong, Zhu Peng

(Hefei RongAn Power Machinery Co., Ltd., Anhui Hefei 230061)

**Abstract:** Based on the modular assembly of large low-speed marine diesel engines with the transporting way of lifting, in view of the influencing factors of production programme, such as schedule arrangement, components preparation, quality problems follow-up and 5S clean operation, using Delphi-object-oriented programming language and SQL2000 + SP4 database technology, the pre-assembly work-area production management system was constructed. Through some required form such as scheduled task list, 5S improvement list and tools and equipments maintenance list, the management was carried out systematically at the pre-assembly work-area. Moreover, the basic data of varied management project was collected for further optimization of management.

**Keywords:** marine diesel engine; pre-assembly work-area; production management; schedule

## 0 引 言

合肥熔安动力机械有限公司是以船用柴油机为主要产品的大型装备制造企业, 与世界两大柴油机设计制造企业 WARTSILA 公司和 MAN 公司签订了生产许可证合同, 生产缸径为 350 ~ 980 mm 的低速柴油机<sup>[1]</sup>。

总装装配车间组织架构主要分为预装作业区、总装作业区、辅助作业区、起重作业区。柴油机零

件装配主要分布在预装作业区与总装作业区; 辅助作业区主要由电工班、辅机班、工具室以及辅料仓库构成。预装作业区按照作业组织分工主要负责气缸体总成模块组装泵压, 扫排系统部件定位安装, 活塞组装泵压安装, 连杆十字头组装, 机架总成安装, 链轮与凸轮轴总成组装, 缸体与机架总成合拢; 协调电工定位布线, 外协管件定位安装与路台安装。从大型低速船用柴油机的装配形式上, 预装与总装作业区主要采取模块化部件组装方式, 对生

产过程全面组织协调，对装配车间生产管理过程提出了全新要求。

1 管理中主要问题及解决措施

预装作业区采取模块化组织方式主要是为缩短试验台装配周期，提高在预装过程的作业效率，减少试验台烧焊作业，保证投油期间油品质量。熔安动力装配车间根据厂房结构设计 with 行车配备能力，规定：缸径在 70 cm 以下(包括缸径 70 cm)的柴油机机型在预装作业区模块化安装，总体安装顺序为：(1)缸体与缸套总成安装泵压结束(MAN 机型还包括链轮箱与凸轮轴系统)；机架附件组装完成(Flex 机型主要为中间齿轮，MAN 机型为链轮与链

条)，连杆十字头总成吊入机架内；扫气箱内空冷器、汽水分离器以及单向阀零件安装完成；活塞组建安装泵压结束。(2)缸体总成与扫气箱连接。(3)排烟管与 T/C 预定位结束。(4)缸体扫气箱总成与机架连杆总成安装。其间，大型低速柴油机单位大型零件转运方式主要是利用行车吊挂、起吊横梁与大型平板车作业。由模块化装配方式决定，有约 85% 零部件需在预装作业区组装完成，因此在组装过程中遇到的生产零件缺件与来货质量问题是最多的，也基于模块化装配与吊挂转运方式的特殊性，在企业成长初期作业区面临诸多管理问题，具体内容如表 1 所示，表 1 中同时列出了针对性的制度方案与实施内容。

表 1 主要思考点与具体制度方案

| 序号 | 管理问题                | 制度方案与实施内容                                                                                                                                       |
|----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 如何组织安排主机小日程生产计划？    | 根据车间主机装配生产计划节点安排作业区的日程计划，规定每天下班前作业区与各班组长举行 15 min 碰头会，检查今日任务完成情况，回收任务单，派发新日程任务单；记录影响次日装配工作的主要生产零件缺件信息，催促相关单位；同时协调总装作业区、电工班、起重行车以及外协管件、路台、油漆等单位。 |
| 2  | 如何推行作业区 5S 清洁生产？    | 清洁生产对柴油机装配过程特别重要。规定各班组的 5S 责任区域，每日由专员检查整个作业区 5S(整理、整顿、清洁、清扫、素养)状况，形成 5S 整改单，当日下发到班组(包括在预装作业区内作业的非预装班组)，要求班组当日完成。                                |
| 3  | 如何对生产现场质量问题跟踪解决？    | 随着主机装配过程中零件国产化率提高，质量问题逐渐增多。主机在预装作业区完成气缸体总成(包括活塞与缸盖)与机架总成安装后，转运到总装试验台之前，把所有质量报告单形成列表逐一核实，结合装配过程自检表格，形成预装完整性检查表格，提供给下道工序。                         |
| 4  | 如何对班组工装与设备维护？       | 工装与设备维护保养工作很重要。规定各作业区内所有设备的归属，由设备专员每周形成工装设备保养单，各班组完成一级保养后上交；大型工装按照作业分工的特性归属到各班组管理。                                                              |
| 5  | 如何提高生产组织效率与员工作业效率？  | 生产组织效率取决与行车的使用效率以及作业区沟通与协调能力，根据实际情况派发日程任务单，强调好行车的先后使用顺序；员工作业效率需要根据日程任务单中的工时数据统计分析，合理化作业工步，提高员工操作技能。                                             |
| 6  | 如何进行员工培训与培养，提高综合能力？ | 预装作业区内每月不定期举行一次 5S 培训、日程计划培训、设备工装保养培训以及每台主机质量培训等，目的是通过归纳问题来提高员工意识与作业素质。                                                                         |
| 7  | 如何节约生产成本，减少不必要的加班？  | 对作业区而言，生产成本的节约主要体现在生产辅料与班组工具方面。生产辅料已由车间形成各台主机的生产辅料定额，每台主机按照定额数下发到班组；对现场作业产生的工业垃圾制订规定进行分类处理；尽量提高组织效率而不安排加班作业；不影响主机性能与安全的质量问题零件应由钳工修理后回用。         |
| 8  | 如何调动员工积极性？          | 经常听取员工意见，并记录给予答复；让员工全面参与到作业区的日常管理中，对表现好的员工给予适当奖励，对表现差的员工采取座谈方式来鼓励，让员工有归属感。                                                                      |
| 9  | 如何评定作业区内部绩效方案？      | 作业区内对各班组与员工的考核项目主要体现在作业安全、装配质量、5S 清洁、日程任务单、工装设备保养、作业效率、加班调休、作业纪律、工艺纪律、小工装革新等综合方面。                                                               |

综上所述，柴油机装配过程中在初始管理阶段出现的各种问题，主要集中体现在日程生产安排、生产零件缺件、质量问题追踪、5S 清洁作业方面。结合预装作业区的实际生产组织状况，逐步对每项内容采取相应的制度化措施；采取合理培训和有效沟通，加强员工作业意识与调动积极性。本项目采

用信息网络与软件平台体系方式构建生产管理系统平台，功能主要集中于日程生产计划安排、质量问题搜索、5S 清洁作业等；同时，收集统计现场生产质量数据、作业工时数据与 5S 整改单等，归类分析各项管理问题。

## 2 预装作业区日程生产管理体系构建与实例应用

预装作业区小日程生产计划是构成装配车间生产计划重要的一部分,是车间计划的补充与具体落实,也是一种重要的管理手段。基于大型船用低速柴油机模块化装配过程与项目立项之初预装作业区各项管理问题点,笔者设计开发了船用柴油机预装作业区日程生产管理系统(Marine diesel engine scheduled management system of preassembly work-area),采用 C/S 网络架构模式构建系统平台,并初步在装配车间预装作业区实现应用。该系统基于 Windows XP 平台,采用 Delphi2007 开发,通过 ADO 实现对 SQL Server 2000 数据库的存取,利用公用单元与 DLL 技术封装通用函数代码与功能界面<sup>[2]</sup>。

### 2.1 日程生产管理系统平台构建

预装作业区日程生产管理系统体系结构如图 1 所示:数据库层、数据引擎层、表示功能层。数据库层管理数据库数据的读写,是系统的支撑和基础;数据层包括数据实体表、视图以及数据关系;数据库大致分类为:业务基础属性库、业务流程操作库、员工基础信息库、历史业务数据库。数据引擎层主要包括 DLL 子程序与 ADO 数据库引擎。功能表示层主要是指客户端预装作业区日程生产管理系统应用程序。客户端负责显示页面、从用户那里获取信息,并传送给数据库服务器;服务器处理客户请求后,将结果信息直接反馈给客户端<sup>[3]</sup>。

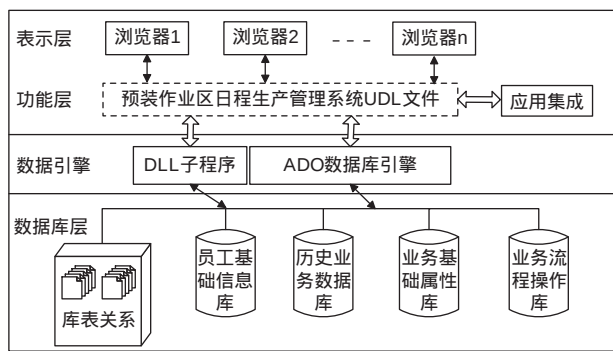


图 1 预装作业区日程生产管理系统平台体系架构

### 2.2 功能结构与实例应用

预装作业区日程生产管理系统模块功能结构主要由员工信息、5S 清洁管理、质量问题跟踪、小日程计划与工装设备保养等子模块组成;同时,也包括各项管理任务统计与查询打印报表功能。员工信息子模块包括员工卡片、加班调休、绩效评定记录;小日程计划子模块主要包括班组作业工时分析、日程计划安排、零部件缺件清单;质量跟踪子

模块包括质量汇总分析、质量事故记录;5S 清洁管理与工装设备保养子模块主要包括 5S 作业标准、设备保养目录编制、5S 整改单、工装设备保养单。下面以系统主要功能模块小日程计划、质量问题搜索与 5S 清洁管理子模块为实例,做重点说明。

#### 2.2.1 小日程生产计划编制

小日程生产计划编制是预装作业区整个生产管理体系中核心内容,以小日程计划为生产进度主线(如图 2 所示),落实各项任务与责任到装配班组,主要涉及到大型工装吊具准备、工艺方案准备、零部件配套清单与缺件信息、生产组织协调、工时定额以及小日程任务派工单等。实施小日程任务派工单主要目的有(1)让生产作业记录能长期保存在数据库中,容易查找;(2)让每位带班作业人员以高度的责任心来对待装配质量,同时提高带班员工的成就感;(3)收集作业实动工时数据,便于后期工时分析;(4)提高作业区生产组织效率;(5)梳理作业工步,规定化同种机型作业工序。小日程任务派工单由预装作业区作业长派发到班组,由班组长每日班前会派发到任务带头人,作业完成记录实动工时,任务带头人上交到作业区。通过多台主机的装配固化各种机型作业工步,统计每台主机各班组实动工时,为工时定额修订与工艺方法改进提供直接依据。小日程计划编制界面通过 ADVStringGrid 表格编制日程计划保存后自动生成任务编号,可按班组形成日程计划派工单,能打印所有未完成任务报表,能按班组与日期组合查询全部已完成任务单。当派工单完成后,通过双击 ADVStringGrid 单元格显示工时输入界面。



图 2 预装作业区小日程编制界面与任务单

#### 2.2.2 生产质量跟踪分析

随着零部件组装的国产化率不断提高(预计已达到 80%),且新主机类型逐渐增多,生产现场新的质量问题不断出现,且部分质量问题重复发生。所有质量问题工艺员都以质量报告单形式开具,由车间统计员汇总列表。在统计质量汇总界面中,可直接从质量问题列表中导入所有质量问题(包括生

产机型、图号、质量问题描述、处理方案、质量单号以及日期等)保存,可通过编辑框选择输入机型缸径、机号以及质量关键字模糊查询所需质量问题报表(如图 3 所示)。通过特定机型质量问题报表,为作业区小日程作业计划的合理安排提供参考。预装作业区在模块化组装完成后,打印出每台主机质量报告单所有问题并逐项到生产现场核实,确认已解决完成。按质量关键字可组合查询汇总出所有已生产机型重复性发生的质量问题,为后续机型的质量检查工作提供借鉴。同时,对于来件返修质量问题,可记录由于质量问题而产生的各种工时、辅料以及零部件损失,对每台主机列表汇总。



图 3 质量问题汇总搜索查询

2.3.3 5S 清洁生产整改单

清洁度在柴油机总组装中是个重要指标,需在组装过程中加以控制。零部件和场地的清洁度是组装的必要条件。在组装前的准备阶段,对关键零件再次清洗是提高整机清洁度和柴油机组装质量的保证<sup>[4]</sup>。在零部件预装过程中,尤其连杆与十字头轴瓦、中间齿轮轴承副、凸轮轴轴瓦、链轮轴承副、滑块与机架导板、喷油器、燃油泵系统、滑油与空气管是预装作业过程重点防护与清洁对象。在预装作业区实行模块化组装,电工槽板定位、操纵管定位、油漆打磨、烧焊打磨等部分试验台作业提前转移到预装作业区内,坚持督促各工种“先清后装、边清边装、工完料清”作业。预装作业区内明确各班组责任区域与 5S 作业标准,全面培训 5S 知识,指定专员每日检查,以 5S 整改单派发,提高全体员工作业基本素质。

3 管理系统平台体系关键技术

3.1 Data Module 数据模块初始化提取 UDL 连接文件字符属性

本系统采用 UDL 连接文件作为应用程序存取数据库属性文件。Microsoft 数据访问组件(MDAC)使用数据链接属性将连接信息保存在通用数据链接 UDL 文件中,Data Module 数据模块是应用程序用

来集中处理非可视组件的集合容器<sup>[5]</sup>。为确保界面层 ADO 控制能操作数据库系统,应用程序初始化过程需在 Data Module 数据模块中调用函数过程提取 UDL 连接文件数据库字符属性。

通用函数过程代码如下:

```
procedure TDMForm. DataModuleCreate ( Sender: TObject);
begin
Fname := 'ADOconn. udl';
// 数据库属性字符串存放在 UDL 连接文件中
DataInit := CreateComObject ( CLSID _ DataLinks) as IDataInitialize;
DataInit. LoadStringFromStorage ( fname, s);
// 提取字符串到变量 S
ADOConn. ConnectionString := s;
// 变量 S 赋值于应用程序数据控件
ADOConn. Connected := true;
DataInit := nil;
end;
```

3.2 小日程派工单工时明细表

根据日程计划任务单,作业带带人可根据参与作业人员的工作表现分配定额工时,填写实动工时、加班工时与等工工时,任务完成后保存到数据库(如图 4 所示)。采用 FastReport 控件主从报表的设计方式,形成日程计划工时点明细表,根据时间段或机型显示任何一项派工任务的具体明细内容。当日内所有任务派工单的工时记录,直接计算出当日劳动负荷表、月度劳动生产率、单项作业工步效率。通过装配模块设定,可按生产装配模块计算出各模块总工时。通过单项作业工作效率的分析研究,为定额工时修正提供基础依据。



图 4 小日程派工单工时明细表

(下转第 32 页)

发生新的渗油现象。

### 1.6 综合分析

根据上述验证情况，针对试验中渗油现象的几个显著特点分析如下：

(1) 每次所渗出机油均较为清澈，如是气缸垫密封不严，则渗出的机油应为柴油机内部的机油，其颜色应偏黑色；

(2) 清洗之后一次比一次渗油程度减轻，如是气缸垫密封不严，则清洗不会减少渗油的程度，清洗完后再次运行柴油机，渗油现象应会继续发生且渗油程度不会减轻；

(3) 柴油机静置后渗油现象未再继续发生：如是气缸垫密封不严，则静置时因缸盖内有残余机油，残余机油应会继续渗出。

综上所述，可以确定柴油机气缸垫部位的渗油非柴油机内部的机油，而是柴油机在装配过程中缸盖螺栓刷涂的机油，在柴油机运转过程中随着柴油机的振动及温度的升高，刷涂的机油渗出并沿气缸垫与箱体结合面渗出，造成了气缸垫渗油的假象。

## 2 解决措施

在工艺上采取以下改进措施：

(1) 在安装气缸垫的工位处，配置 30 mm×25 mm×4 mm 海绵块，将海绵块浸入机油里，然后取出，并将把机油挤出，放置在工作台上；

(2) 缸盖螺栓的螺纹部分和螺栓头部在浸泡过机油的海面上滚涂机油，滚涂后不允许有滴油现象。

## 3 措施验证

采取上述改进措施后，经过一年多的验证，近 500 台柴油机无论在出厂时进行的 2 h 磨合试验，还是交付用户整车使用，该部位再无渗油现象发生。

### 参考文献

- [1] 刘勇. 柴油机气缸垫的损伤与预防[J]. 交通科技与经济, 2010, 59(3).
- [2] 李金学. 车用发动机气缸衬垫烧蚀故障的原因与预防[J]. 客车技术与研究, 2002, 25(4).
- [3] 郝刚, 苏海峰. 发动机气缸垫失效的原因分析及其预防[J]. 石家庄职业技术学院学报, 2006, 18(6).
- [4] 李人宪. 车用柴油机[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [5] 王定祥. 现代工程机械柴油机[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.

(上接第 17 页)

## 4 结束语

所开发的船用柴油机预装作业区日程生产管理系统已得到初步应用，通过小日程任务单提前发现与理清生产过程中不确定生产因素，大幅提高了预装作业区组织协调与作业统计效率。通过实施 5S 整改单，使作业区的清洁生产有了进一步提高。通过数据统计分析，发现自身问题并开展培训，提高员工作业能力与素质。在网络平台下实现了数据集

成共享，所有基础数据可追溯查询，可为各生产管理环节提供基础数据支撑。

### 参考文献

- [1] 乔林. 参透 Delphi/Keylix[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [2] 马培根. 柴油机清洁度与可靠性问题浅析[J]. 机械研究与应用, 2008(10).